



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# MAARAKENNUSYRITYKSEN TYÖ- JA LAATUSUUNNITELMAT

Asko Niemi

Opinnäytetyö  
Lokakuu 2017  
Rakennustekniikka  
Infrarakentaminen



# TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikka  
Infrarakentaminen  
Asko Niemi:  
Maarakennusyrityksen työ- ja laatusuunnitelmat

Opinnäytetyö 49 sivua, joista liitteitä 13 sivua  
Lokakuu 2017

---

Tässä työssä sivutaan laadun teoriaa, joka ulottuu kauas menneisyyteen. Niin kauan kuin hyödykkeitä tai esineitä on valmistettu muiden tarpeisiin, on tilaaja vaatinut tiettyä tasoa tuotteille.

Samalla on kehitetty järjestelmiä laadun mittaamiseen, jotta tuotteiden laadullinen vaihtelu on saatu pidettyä halutuissa rajoissa. Nykyisin on olemassa pakollisia ja vapaaehtoisia laadunvarmistus järjestelmiä. CE-merkintä on pakollinen kaikissa rakennuskohteeseen kiinteäksi tulevilla osilla. Vapaaehtoisista sertifiointijärjestelmistä maarakennus- alalla yleisimmin vastaan tuleva on Nordic Poly Mark. Tällä merkinnällä varmistetaan kaikkien muoviputkien, -yhteiden ja kaivojen vaatimustenmukaisuus.

Tässä opinnäytetyössä on lähestytty laatua ja sen mittaamista haastatteleamalla pitkään Pirkanmaalla toimineita rakennusalan ammattilaisia. Heidän kokemuksensa laadusta ja sen mittaamisen kehittymisestä ovat olleet pohdintojen perustana.

Työn pääasiallinen tarkoitus on kuitenkin luoda tilaajayritys, Tampereen maanrakennus TAMARA Oy:lle, yhtenäiset työ- ja laatusuunnitelmat keskeisiin työvaiheisiin maarakennustyömaalla. Näin saadaan työntekijöille tiedoksi asiat, joita on tilaajan kanssa sovittu noudatettaviksi kyseisessä rakennuskohteessa.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Construction engineering  
Civil engineering

Asko Niemi:  
Excavation Companies Work and Quality Plans

Bachelor's thesis 49 pages, appendices 13 pages  
October 2017

---

In this work, we turn to the theory of quality that extends far into the past. As long as the commodities or objects are manufactured for the needs of others, the subscriber has set a certain level for the products. At the same time, systems have been developed to measure quality in order to maintain the qualitative change of products within the desired limits. There are now mandatory and voluntary quality assurance systems. The CE-marking is mandatory for all built-in parts of the building. The Nordic Poly Mark is one of the most commonly recognized volunteer certification systems in the construction industry. This marking ensures the conformity of all plastic pipes, connections and wells. This thesis has approached the quality and its measurement by interviewing construction professionals working for a long time in Pirkanmaa. Their experience of the quality and the development of it's measurement has been the basis of reflection. However, the main purpose of the work is to create a subscriber company, TAMARA Oy, an uniform work and quality plans for the main work stages at the construction site. This will inform the employees of the issues that have been agreed upon with the subscriber for the construction work in question.

---

Key words: quality, measurement, Nordic Poly Mark

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	LAADUN VARMISTUKSEN TEORIAA.....	6
3	HAASTATTELUT.....	6
3.1	Haastateltavat.....	11
3.2	Haastattelujen tulokset.....	12
3.2.1	Rakentamisen laadun kehitys viimeisen 30 vuoden aikana .....	12
3.2.2	Laaduntarkkailun muutokset/kehitys urasi aikana .....	18
3.2.3	Hyväksi koetut laaduntarkkailu menetelmät .....	19
3.2.4	Laaduntarkkailun tulevaisuuden näkymät .....	24
4	POHDINTA 1.....	26
5	TYÖ- JA LAATUSUUNNITELMAT TAMPEREEN MAANRAKENNUS TAMARA OY:LLE .....	27
5.1	Tarpeiden kohtaaminen.....	27
5.1.1	Mittaustyö.....	27
5.1.2	Maaleikkaus .....	28
5.1.3	Rakennuksen anturapohjien ja salaojien teko .....	29
5.1.4	Liikennealueiden rakennekerrokset .....	31
5.1.5	Ulkopuoliset viemärit.....	31
6	POHDINTA 2.....	34
	LÄHTEET.....	35
	LIITTEET .....	36
	Liite 1. Työ- ja laatusuunnitelma: Mittaus .....	37
	Liite 2. Työ- ja laatusuunnitelma: Maaleikkaus .....	39
	Liite 3. Työ- ja laatusuunnitelma: Rakennuksen anturapohjat ja salaojat.....	41
	Liite 4. Työ- ja laatusuunnitelma: Liikennealueiden rakennekerrokset .....	44
	Liite 5. Työ- ja laatusuunnitelma: Ulkopuoliset viemärit .....	47

## 1 JOHDANTO

Laadusta on aikojen kuluessa kirjoitettu hyllykilometreittäin asiaa. Ensimmäisenä oikeana laatua käsittelevänä teoksena pidetään Aristoteleen 300-luvulla eaa. julkaisemaa *Metafysiikka* teossarjan viidettä osaa. Pitäydyn omana elinaikanani tapahtuneeseen laadun- ja laaduntarkkailun muutokseen rakentamisessa ja rakennusteollisuudessa lähinnä Pirkanmaan alueella. Tämä tapahtuu haastattelujen avulla, joissa haastateltavina on neljä pitkän uran rakennusosalalla tehnyttä ammattilaista. Opinnäytetyön tekijä itse on toiminut maarakennusosalalla jo yli 17 vuotta. Haastatteluilla pyritään kartoittamaan rakentamisen laadun muutoksia haastateltavien uran aikana. Myös laaduntarkkailun kehittyminen menneestä nykypäivään ja tästä hetkestä tulevaisuuteen on tarkoituksena avata.

Samalla näiden saamieni tietojen pohjalta, teen Tampereen maanrakennus TAMARA Oy:lle yhtenäiset työ- ja laatusuunnitelmat maarakennustyömaiden päätyövaiheille. Nykyisellä työnantajallani ei ole aiemmin ollut keskitettyä työ- ja laatusuunnitelmaa, vaan suunnitelmat on tehty erikseen työmaakohtaisesti. Osin on käytetty myös tilaajan tai pääurakoitsijan laatudokumentteja pohjana. Näillä tässä opinnäytetyössä esitettävillä työ- ja laatusuunnitelmilla on tarkoitus yhtenäistää yrityksen käytäntö ja suunnitelmien ulkoasu tilaajille. Samalla työ- ja laatusuunnitelmista tulee yksiselitteisempiä ja helpommin ymmärrettäviä. Päätyövaiheiksi valikoitui viisi työmaalla hyvin määräävää työvaihetta. Nämä työvaiheet ovat mittaus, maaleikkaus, rakennuksen anturapohjat ja salaojat, liikennealueiden rakennekerrokset ja ulkopuoliset viemärit. Suunnitelmien sisältöä avaan työn toisessa puoliskossa.

## **2 LAADUN VARMISTUKSEN TEORIAA**

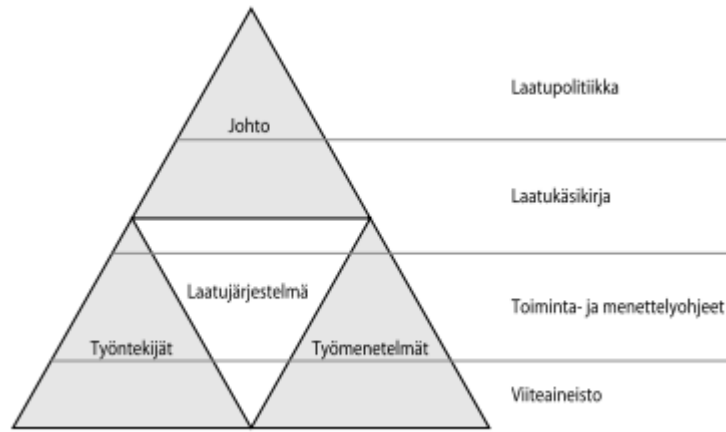
### **2.1 Laatuajatuksen kehittyminen**

Laatua on kehitetty ja parannettu siitä lähtien, kun on ryhdytty tekemään itselleen työkaluja ja muita tarve-esineitä. Systemaattiseksi laadun tarkkailu kehittyi vasta, kun tuotteita ruvettiin kehittämään teollisesti. Aluksi tuotteiden laatu tarkastettiin, kun tuote oli valmis. Valmiin tuotteen laadun tarkastaminen ei ollut kovinkaan kustannustehokas tapa toimia, joten siirryttiin ennaltaehkäisevään laadun varmistukseen.

1970-luvulla laatuajattelun painopiste siirtyi valvonnasta prosessin hallintaan sekä tuotannossa keskityttiin vain tiettyyn asiaan, jolloin tuotanto eteni nopeasti ilman pitkiä odotusaikoja. 1980-luvulla oli massatuotannon kausi, jolloin kysyntä oli suurta ja malleja paljon sekä valikoimaa kehitettiin koko ajan kysynnän mukaiseksi. Tässä vaiheessa laatuksite oli laajentunut laadunhallinnaksi ja se käsitti kokonaisvaltaisen laadunvalvonnan, laatu kustannukset, luotettavuustekniikan ja nollavirheajattelun.

Suomeen laatujohtaminen tuli laajemmassa mittakaavassa 1980-luvun loppupuolella ja 1990-luvulta alkaen. Toimintamalli levisi yrityksiin toimialoittain. Aluksi sitä sovellettiin enemmänkin teollisuusalan yrityksissä ja vähitellen se levisi julkiselle sektorille hyvinvointipalvelujen tuottamiseen. Kehitystä vauhditti, jos yritys toimi voimakkaassa kilpailussa ja erityisesti ulkomaankaupassa. Suomessa laatu toimintaa on teollisuuden ja yritystoiminnan piirissä ohjannut paljolti ISO 9000 -standardit.

Myöskään rakentamisen parissa yritys ei voi menestyä enää yksin. Menestyminen edellyttää koko alan järjestäytymistä yhteisen tehtävän, rakentamisen laadun parantamiseen. Alalla on siirryttävä rakentamiseen, missä kehitystä ohjataan keskeisesti läpinäkyvyydellä eli tiedolla ja laadunhallinnan piirissä syntyneen kokemuksen avulla.



Kuva 1. Laatujärjestelmä ja sen asema laatujohtamisessa 1990-luvulla.

## 2.2 Laatujohtaminen

Laatujohtaminen on johtamismalli, jossa laatua pyritään hallitsemaan ja johtamaan strategisesti. Yrityksen johdon rooli on keskeinen laadun tekemisessä ja parannustyössä. Johdon on selvitettävä laadunparannuksen periaatteet koko organisaatiolle, ohjattava laadunparannusprosessia ja annettava palautetta henkilöstölle. Johtamisen lisäksi tarvitaan laatu tekniikkaa ja -työkaluja, joiden avulla organisaation jäsenet voivat varmistaa oman työnsä laadukkuuden.

## 2.3 Rakentamisen laatu

Rakentamisen laatua voidaan yhtä lailla tarkastella useasta näkökulmasta kuten laatua yleensä. Joillekin laatu on sitä, että työt tehdään kerralla kunnolla. Toisille laatu on sitä, että pidetään, mitä luvataan. Toisille sitä, että on opittu virheistä ja yhdessä mietitty järkevä tapa toimia. Rakentamisen laatukäsitteen voi myös jakaa neljään osaan: suunnittelun, tuotannon, asiakkaan ja ympäristön laatuun.

Suunnittelun laatua on rakentamisessa se, että rakennushankkeen suunnitelmat ja rakennustoimet ovat tilaajan tarpeiden ja toivomusten mukaisia sekä täyttävät viranomaisten ja hyvän rakennustavan asettamat vaatimukset. Laadukkaat suunnitelmat ovat toteutuskelpoisia ja ristiriidattomia sekä riittävän tarkkoja työmaan tarpeisiin. Oleellista on, että suunnitelmien mukaiset rakenteet ovat turvalliset sekä ottavat huomioon rakentamisen jälkeisen käytön sekä koko rakennuksen elinkaaren.

Tuotannon laatua rakentamisessa on, että rakennustyö tehdään suunnitellussa aikataulussa ja kustannustavoitteessa sekä turvallisesti ja laatutavoitteiden mukaisesti hyvää rakennustapaa noudattaen. Työssä käytetään kohteeseen soveltuvia työmenetelmiä, olosuhteet vastaavat työn ja materiaalien vaatimuksia ja työ voidaan tehdä ilman häiriöitä. Rakennuskohteen turvallisuus pitää sisällään sekä työntekijöiden, rakennuksen käyttäjien ja rakennustyön vaikutuspiirissä olevien turvallisuuden että kohteen ympäristön turvallisuuden. Sen lisäksi, että lopputulos vastaa asiakkaan vaatimuksia, asiakaskeskeistä laatua on myös se, että yhteistyö hankkeen osapuolten välillä toimii ja tilaaja pidetään koko ajan tietoisena hankkeen kulusta. Lisä- ja muutostöiden hallinta on myös tärkeä osa asiakkaan kokemaa laatua.

Ympäristökeskeinen laatu rakentamisessa muodostuu toimista, joilla täytetään yhteiskunnan ja toimintaympäristön rakennushankkeille asettamat vaatimukset ja odotukset. Lopputuotteen tekninen ja visuaalinen laatu on toiminnan laatua helpommin arvioitavaa rakennushankkeen laatua. Hankkeen lopputuloksen tulee vastata suunnitteluasiakirjojen suunnitteluratkaisuja ja laatuvaatimuksia, hyväksyttyä mallityötä ja hyvää rakennustapaa. Oleellista on, että laatuvaatimukset on määritelty yksiselitteisesti ja että suunnitelmien mukaisilla työmenetelmillä saavutetaan nämä vaatimukset. Eri näkökulmista katsottuna hankkeen laatua voidaan mitata mm. työn aikaisten laatu-epäilyjen ja -virheiden sekä korjaustoimien määrällä, palaute- ja asiakastyytyväisyysmittauksilla, lopputarkastuksen virheiden määrällä, takuukustannusseuranalla, työmaakohtaisilla laatumittareilla sekä työturvallisuuden osalta TR-mittauksilla, ympäristön ja työmaan siisteys- ja järjestysvaatimusten osalta YTR-mittauksilla. (Rakennusteollisuus 2017)

## **2.4 Suomessa yleisimmin käytettävät tuotteiden sertifiointijärjestelmät**

### **2.4.1 CE – merkintä**

CE-merkintä on pakollinen 1.7.2013 lähtien kaikille niille rakennustuotteille, jotka kuuluvat yhdenmukaistetun tuotestandardin soveltamisalaan ja joiden CE-merkinnän siirtymäaika on päättynyt tai jolle valmistaja on hankkinut eurooppalaisen teknisen hyväksynnän. Rakennustuotteiksi katsotaan rakennuskohteeseen kiinteäksi osaksi tulevat tuotteet. (Rakennusteollisuus 2013)



Maarakennuksessa käytettävillä kiviaineksilla pitää olla CE-merkintä, jos kiviaines hankitaan ulkopuoliselta toimittajalta, tai jos kiviainesta myydään omien työmaiden ulkopuolelle. Kiviainesten CE-merkinnässä vaaditaan laboratoriotutkimukset hyväksytyssä laboratoriossa ja tuotannonaikaiset suoritustasoilmoitukset.

#### **2.4.2 Yhteispohjoismaiset tuotesertifiointimerkit**

Pohjoismaisia sertifiointimerkkejä ovat: INSTA-CERT, Nordic Poly Mark ja Nordic Quality. Näillä sertifiointimerkeillä mm. tuetaan ja täydennetään CE-merkintäjärjestelmää.

(Rakennusteollisuus 2017)

Maarakennuksessa yleisimmin vastaan tuleva sertifiointi on Nordic Poly Mark, jolla merkitään kaikki käytettävät muoviputket, -yhteet ja kaivot. (Kuva 2)



Kuva 2: Nordic Poly Mark

Kahdella muulla ei ole maarakentamisessa juurikaan käyttöä. INSTA-CERT:llä merkitään siirrettäviä tikkaita ja turvalaseja ja Nordic Quality – merkillä hanoja ja kylpyhuonekalusteita.

#### **2.4.3 Työvaihekohtaiset työ- ja laatusuunnitelmat**

Työvaihekohtaisia työ- ja laatusuunnitelmia rakennuslalla tehdään moninaisista työvaiheista. Tässä opinnäytetyössä paneudutaan maarakennuksen suunnitelmiin. Suunnitelmia on aiemmin tehty jopa suullisina keskusteluina tilaajan ja urakoitsijan välillä. Seuraavassa vaiheessa keskustelua alettiin kutsua palaveriksi ja siitä tehtiin molemmille osapuolille jaettava pöytäkirja. Viimeisten viiden vuoden aikana on alettu tehdä suunnitelmat urakoitsijan toimesta kirjallisena, ja toimitettu ne tilaajalle ennen kulloisenkin työvaiheen aloittamista. Yleensä suunnitelma pyritään toimittamaan niin paljon ennen työvaiheen alkua että tilaaja ehtii tarkastaa suunnitelman sisällön, ja kommentoida sitä suunnitelman

tekijälle. Jos tilaaja haluaa jotain muutettavan suunnitelmassa, korjaus voidaan tehdä työvaiheen jo alettua.

### 3 HAASTATTELUT

#### 3.1 Haastateltavat

Haastateltaviksi valikoitui neljä, opinnäytetyön tekijälle jo entuudestaan tuttua, rakennusalan ammattilaista. Kahdella on taustat talorakennuspuolella ja kahdella taas maarakennuspuolella. Työssä haluttiin valikoida eri rakennussektoreilta osaajia, koska meillä maa-rakennuspuolella on minusta paljon opittavaa talorakennuspuolelta laadunvarmistusmenetelmistä.

Haastateltavat olivat:

Veijo Hämäläinen, rakennusinsinööri

Työpäällikkö

NCC Suomi Oy, työntekijöitä 2043 (2012)

Työkokemus: 9 v kirvesmies/hitsaajana, 7 v työnjohtajana, 19 v vastaavana mestarina ja 2 v työpäällikkönä

Tuomas Eerola, rakennusinsinööri

Vastaava mestari

Hartela Länsi-Suomi, työntekijöitä 600 (2017)

Työkokemus: 10 v työnjohtajana ja 2 v vastaavana mestarina

Mikko Kovasiipi, rakennusinsinööri

Hallituksen puheenjohtaja

Tampereen maanrakennus TAMARA Oy, työntekijöitä 8 (2017)

Työkokemus: 4 v elementtitehtaan tuotantojohtajana, työpäällikkönä 30 v ja yrittäjänä 6v

Tero Sulin, rakennusteknikko

Työpäällikkö

Maanrakennus Sulin Oy, työntekijöitä 6 (2017)

Työkokemus: 10 v työnjohtajana ja 17 v työpäällikkönä

Yhteensä heiltä löytyy kokemusta laadusta ja sen tarkkailusta yli 115 vuoden ajalta!

## 3.2 Haastattelujen tulokset

Kaikki, joille opinnäytetyön tekijä esitti pyynnön saada haastatella heitä tätä työtä varten, lupautuivat mielellään. Laatu on jotain sellaista, jonka kanssa he kaikki joutuvat, enemmän tai vähemmän, painimaan päivittäin. Opinnäytetyön tekijä lähetti heille kysymykset etukäteen pohdittaviksi. Ja hyvä niin. Kaikki lähestyivät kysymyksiä hieman, tai hieman enemmän, eri näkökulmista. Kukin omiin kokemuksiinsa nojaten.

Seuraavissa kappaleissa avaan keskusteluja, joita käytiin kysymysteni tiimoilta. Lainatessani haastateltavieni kommentteja käytän heistä jatkossa vain sukunimiä.

### 3.2.1 Rakentamisen laadun kehitys viimeisen 30 vuoden aikana

Keskusteluissa kävi ilmi huolestuttavasti, että työn laatu ei vuosien saatossa ole ainakaan parantunut! Tämä johtuu seuraavista asioista:

1. Työmaamestareiden ajankäyttö valvontaan vs. ajankäyttö muihin kuin työnantajan töihin. (Hämäläinen 2017)
  - Työmaamestareilla on vaikeuksia erottaa työnantajan- ja oman ajan rajaa.
  - Tämä johtaa työkohteessa suoritettavan työtapatarkkailun vähentymiseen.
  - Laatujärjestelmien vienti yritysten tietokantoihin osin kankeaa.
2. Työntekijöiden ammattitaidon tasoerot suuria. (Eerola 2017)
  - Kaikki työmailla työskentelevät eivät hallitse rakentamiseen tulevien uusien materiaalien käyttöä.
  - Tekijöitä ei kouluteta tarpeeksi uusiin menetelmiin ja laitteisiin, joita otetaan käyttöön.
  - Kaikilla ei ole halua tai edes kykyä oppia uutta riittävän nopeasti.
  - Hienoilla laatujärjestelmillä ei tehdä laatua vaan pitää ymmärtää työ ja tekeminen järjestelmän takana. (Hämäläinen 2017)

Huonosta laadunvalvonnasta erittäin ikävänä esimerkkinä voidaan pitää Laukaassa helmikuussa 2013 tapahtunutta ratsastusmaneesin romahtamista. (Kuva 2) Kyseisessä onnettomuudessa valvovalle viranomaiselle oli annettu määräys rakenteiden tarkastamisesta, mutta hän oli laiminlyönyt velvollisuutensa.

*Laukaan ratsastuskoulun maneesirakennus romahti 13. helmikuuta 2013. Romahtaneeseen rakennukseen jäi sisälle viisi henkilöä, joista yksi kuoli. Romahtus tapahtui Valkolantiellä sijaitsevilla Laukaan ratsastuskoululla 13.2.2013 kello 17:n aikaan, kun teräsrunkoisessa maneesissa oli käynnissä ratsastustunti. Kuolonuhri oli kymmenvuotias tyttö. Toinen alaikäinen tyttö loukkaantui vakavasti. Myös aikuinen ratsastuksenopettaja loukkaantui turmassa vakavasti. Lisäksi kaksi 10–12-vuotiasta tyttöä loukkaantui lievemmin. Kaksi hevosta sai surmansa. Rakennus oli valmistunut joulukuussa 1995. Viranomaiset tekivät siellä tarkastuksen kesällä 2012. Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintovirasto ei havainnut tuolloin puutteita, mutta tarkastus ei toisaalta kohdistunut teräsrakenteisiin. Onnettomuustutkintakeskus ilmoitti onnettomuuden jälkeen, että tällaisissa ns. Isola-maneeseissa on romahdusvaara. Pari viikkoa turman jälkeen kerrottiin, että maneesin teräsrakenteet olivat ruostuneet. (Wikipedia)*

*Hovioikeuden mielestä Laukaan kunnan työntekijän olisi pitänyt ryhtyä toimiin selvittääkseen kunnan alueella sijaitsevat [riskirakennukset](#). Hän oli saanut tiedoksi ELY-keskuksen välittämän ympäristöministeriön [onnettomuusuhkaa](#) koskevan [viestin](#), jonka vuoksi hänen olisi pitänyt selvittää riskirakennukset ja ottaa yhteyttä omistajiin.*

*Hovioikeus tuomitsi työntekijän 30:een päiväsakkoon.*

*Keski-Suomen [käräjäoikeus](#) hylkäsi viime keväänä kaikki kunnan johtavaa virkamiestä vastaan nostetut syytteet.*

*Hovioikeus katsoi tuomiossaan, että kunnan virkamiesjohtoon kuuluvalla työntekijällä olisi ollut asiassa toimimisvelvollisuus sekä mahdollisuus ryhtyä toimenpiteisiin. Ensisijainen vastuu turvallisuudesta on rakennuksen [omistajalla](#), mutta rakennusvalvonnalla on [jälkivalvontavastuu](#), koska asiasta oli annettu uhkailmoitus.*

*Oikeuden mielestä mikään muu [taho](#) ei olisi voinut toimia asiassa.*

*Syytteet kuolemantuottamuksesta ja neljästä vammantuottamuksesta hylättiin myös hovioikeudessa. Oikeuden mielestä katto romahti suunnitteluun ja rakentamiseen liittyvien puutteiden vuoksi, eikä riittävää syy-yhteyttä voi vetää kunnan virkamiehen toimintaan. (YLE 2017)*



Kuva 2: Laukaan maneesionnettomuus 2013 (Kalevi Tiitinen)

No! Se oli hieman provosoivaa. Onhan sitä paljon hyvääkin saatu aikaan.

Parannuksia laatuun on saatu puolestaan seuraavissa asioissa:

1. Suunnittelun ja määräysten kautta työn lopputuloksen laatu on parantunut. (Sulin 2017)
  - Ylijäämämateriaalien lajittelu ja jatkokäyttö on lisääntynyt.
    - Ympäristöystävällisyys on lisääntynyt.
    - Risut ja kannot käytetään energiajakeeksi.
    - Purettavat rakenteet lajitellaan ja kierrätetään tarkasti.
  - Louhittujen kiviainesten ja moreenien jatkojalostus työkohteissa.
    - Mahdollistunut siirrettävien murskauslaitosten ja seula-asemien vuoksi.
    - Kuljetukset ovat vähentyneet → pakokaasupäästöt alas.
    - Kustannustehokkuus lisääntynyt.
    - Kun tehdään itse työkohteessa, ei olla kiviainestoimittajien materiaalitodistusten varassa vaan tiedetään, mistä tuote oikeasti on.



Kuva 3: Takymetri (Instagram, Teme09)

## 2. Maarakennuskoneiden työtarkkuus ja varustelu on kehittynyt. (Sulin 2017)

- On edetty kiinteästä kynsikauhasta luiskakauhan kautta rototilteihin. (kauhan pyörittäjä)
- GPS-paikannukseen pohjautuvat 3D-kaivujärjestelmät.
- Maarakennusmiehillä vaaituskoneesta taso- ja putkilasereihin.
- Paikalleenmittaus linjapukeista ja teodoliiteista takymetreihin (kuva 3) ja GPS-paikantimiin.

Edellä mainitut työtapojen muutokset mahdollistavat maarakennuksessa suunnitelmien mukaisen toteutuksen. (Sulin 2017)

- ”Hällävälä-meininki” on kuitenkin vähentynyt (Eerola 2017)

Yksi merkittävä asia, joka on todella keskeistä rakentamisessa, on kosteuden hallinta. (Kuva 4)

- Laatuja järjestelmiä kehitetty ja kehitteillä kosteuden hallinnan varmistamiseksi.
  - Kuivaketju10 (s. 16)
  - Tervetalo-ohjeet (s. 17)
  - P1 puhtausluokitus pölynhallintaan ja siisteyteen (terveydenhuolto ja koulut)
- Sisäilmaongelmat ja pölyttömyys otettu järjestelmiin mukaan.



- Edellä mainitut laatujärjestelmät ovat kohdekohtaisesti rakennusluvassa määrättyjä.
- Työjärjestyksen suunnittelun tärkeys:
  - Aikataulussa on huomioitava kuivumisajat.
  - Tilaajalla on oltava realistiset toiveet valmistumisajankohdasta.
- Maarakennuksessa salaojituksen materiaalien parantuminen.
- Kapillaarikatkojen rakentaminen tullut pakolliseksi.
- Vesieristykset perusmuureissa toteutetaan lähes poikkeuksetta.



Kuva 4: Kosteusvaurio betonissa (Wikipedia)

Kosteuden hallinnasta lienee syytä avata ainakin uusimpana järjestelmänä vasta käyttöön tulossa olevaa Kuivaketju10:tä. Seuraavassa suora lainaus järjestelmän tilaussivuilta.

*Kuivaketju10 on rakennusprosessin kosteudenhallinnan toimintamalli, jolla vähennetään kosteusvaurioiden riskiä rakennuksen koko elinkaaren ajan. Kosteusriskien hallinta perustuu ketjuun, jossa riskit torjutaan rakennusprosessin kaikissa vaiheissa ja torjunnan onnistuminen todennetaan luotettavalla tavalla.*

*Toimintamalli **sisältää** Kuivaketju10-riskilistan ja -todentamisohjeen, joissa on esitetty **kymmenen keskeisintä kosteusriskiä**. Näiden kosteusriskien hal-*



linnalla vältetään yli 80 prosenttia kosteusvaurioiden seurannaiskustannuksista. **Suunnittelutyön aikana arkkitehti-, rakenne-, LVI- ja sähkösuunnittelijat tarkentavat Kuivaketju10-riskilistan ja -todentamisohjeen kyseisen hankkeen erityispiirteisiin, millä varmistetaan kosteusriskien kokonaisvaltainen hallitseminen.** Erityispiirteet voivat aiheutua esimerkiksi asemakavasta, rakennuspaikasta, arkkitehtuuri- ja rakenneratkaisuista tai materiaallivalinnoista.

Kuivaketju10 alkaa siitä, että rakennushankkeeseen ryhtyvä henkilö tai yritys tekee päätöksen hankkeen toteuttamisesta toimintamallin mukaisesti. Päätös velvoittaa kiinnittämään hankkeeseen jo alkuvaiheessa kosteuskoordinaattorin, joka valvoo ja ohjaa tilaajan valtuutuksella Kuivaketju10:n toteutusta koko prosessin ajan. Suunnittelijoiden tulee osoittaa, että he ovat huomioineet suunnitelmissaan riskilistan ja todentamisohjeen. Urakoitsija puolestaan toteuttaa suunnitelmat ja todentaa ja dokumentoi riskejä sisältävien kohtien onnistuneen toteutuksen. Koordinaattorin yhtenä tehtävänä on varmistaa ja hyväksyä suoritettu todentaminen. (Oulun rakennusvalvonta 2015)

Aika näyttää onko tämä toimiva konsepti kosteusvaurioiden torjunnassa vai vain taas yksi tapa rahastaa hetken aikaa. Toinen yleisesti käytetty metodi on Terve talo – koordinointi. Koordinoinnin on kehittänyt Ramboll ja siinä tavoitteena on varmistaa rakennuksen terveellisyys ja hyvä sisäilmasto.

### **Rakennusterveyden näkökohdat huomioidaan läpi hankkeen**

Terve talo ei synny yksinomaan työpöydällä tai työmaalla, vaan on tulos pitkästä toimintaketjusta, jonka osapuolina ovat eri vaiheissa rakennuttaja, suunnittelijat, urakoitsijat, materiaalivalmistajat, viranomaiset, kiinteistöhuolto ja käyttäjät. Ramboll Terve talo -koordinoinnissa on kyse vahvasta sitoutumisesta, ongelmien ennaltaehkäisystä ja aktiivisesta kommunikaatiosta koko hankkeen ajan. Kun sisällytät Terve talo -koordinoitimme valmiit toimintatavat jo hankkeesi tarveselvitysvaiheeseen, niin mahdollistat kokonaisvaltaisesti terveellisen ja toimivan kiinteistön. (Ramboll 2017)

### 3.2.2 Laaduntarkkailun muutokset/kehitys urasi aikana

1. Maarakennusalalla on tehty pääosin samoja testejä samalla lailla koko ajan. (Kovasiipi 2017)
  - Levykuormituskokeet jo vanha keksintö, mutta on edelleen toimiva. (Kuva 5)
  - Loadman-kokeet osin syrjäyttäneet ”levarit”.
    - Kaikki tilaajat eivät hyväksy Loadmanejia, koska pitävät niitä liian helposti manipuloitavina.
  - Viemäreiden sisäpuoliset kuvaukset syrjäyttäneet ”lamppu ja peili-menetelmän”.
  - Tarkemmittauksissa mittaustekniikoiden kehitys on parantanut saatavan tiedon tasoa.
2. Laaduntarkkailu on siirtynyt tilaajalta urakoitsijalle. (Sulin 2017)
  - Urakoitsija toimittaa tilaajalle laatusuunnitelman omien töidensä osalta ja sitoutuu noudattamaan sitä.
3. Ennen valvottiin vain rakennuslain - / määräysten vaatimat kohdat. (Hämäläinen 2017)
  - raudoitustarkastus
  - työmaasuunnitelma
  - betonin koekuutiot / lieriökokeet, jotka betonin toimittajan laborantti teki.
  - osin täytettiin papereita vain papereiden vuoksi, joita kukaan ei lukenut.
4. Mestarit viettivät paljon aikaa työmaalla työsuorituksia tarkastamassa. (Hämäläinen 2017)
  - Edellyttää että mestari ymmärtää tehtävän työn vähintään yhtä hyvin kuin tekijä.
  - Nykyisin erikoisalat lisääntyneet työmailla, jolloin vaaditaan urakoitsijan omaa valvontaa erityistöissä.
5. Sähköiset järjestelmät tulleet käyttöön työmailla. (Eerola 2017)
  - Laaduntarkkailu ja dokumentointijärjestelmät vähentäneet paperitöitä.
  - Järjestelmät eivät saa kehittyä liian monimutkaisiksi, jotta ne eivät vie liikaa aikaa.

- kehitystä vain jotta kehittäjillä säilyy työpaikka. (Eerola 2017)
- Valokuvien dokumentointi lisääntynyt paljon.
- hyötyä vain jos siirretään sähköiseen järjestelmään etteivät katoa.



Kuva 5: Levykuormituskoelaitteisto (Power Team)

### 3.2.3 Hyväksi koetut laaduntarkkailu menetelmät

Laaduntarkkailumenetelmissä löytyi monia eri mieltymyksiä. Osa käytti jo valmiita, olemassa olevia, menetelmiä. Osa taas oli kehittänyt tai kehittämässä ihan omia järjestelmiä. Rakennuspuolella menetelmiä on käytössä useita, osin jopa päällekkäin mutta kaikilla on yhteisenä päämääränä mahdollisimman laadukkaan lopputuotteen luovuttaminen tilaajalle.

Maarakennuspuolella menetelmät olivat kaikki jo käytössäni olleita ja ne pohjautuvat pääsääntöisesti urakkasopimuksiin tilaajan kanssa.

Kaikki alkaa urakkaneuvotteluista, joissa urakan sisällön tarkka läpikäynti on ensiarvoisen tärkeää. On pyrittävä saamaan aikaan laajoja urakkakokonaisuuksia, ja neuvotteluvaiheessa on myös varmistuttava piirustusten toteutuskelpoisuudesta. Myöskin eri urakoitsijoiden väliset rajapinnat on määriteltävä tarkasti, ettei jää työmaalle ”ei kenenkään maata”, tilanteita. (Kuva 6)



Kuva 6: Epäselvä rajapinta

Kun urakoitsija kohteelle on valittu, pidetään aloituspalaveri. Aloituspalaverissa käydään läpi kohteen erityispiirteet niin ympäristöllisesti kuin työn sisällöllisestikin. On tärkeää, että tekijät ymmärtävät mitä urakka sisältää ja samalla sitoutuvat yhteisiin laatutavoitteisiin.

Monesti urakat sisältävät monia eri työvaiheita, joista osa saattaa peittää edeltävät allensa. Siksi pitää järjestää mallikatselmuksia. Niissä määritellään laatutaso, jota vaaditaan tulevaltakin samanlaisilta työsuorituksilta. Katselmuksessa ovat läsnä vastaava mestari, valvoja ja tarvittaessa eritysalan suunnittelija ja/tai arkkitehti. Talorakennuksessa valmistetaan mallihuoneita, joissa suunnittelijat näkevät miten suunnitellut rakenteet tai pinnat toimivat käytännössä. Mallihuoneita käytetään myös esimerkkinä tilaajalle valmiista tuotteesta.

Mallikatselmuksen hyväksynnän jälkeen jatkuu työnaikainen seuranta, jolla valvotaan, että sovittu laatutaso säilytetään.

Aina kun jokin työvaihekokonaisuus saadaan loppuun, urakoitsijan on pidettävä oman työnsä osalta itselle luovutus. Tässä itselle luovutuksessa, joka voi sisältää tiiveyskokeita, video- tai valokuvauksia, tarkemittauksia tai vain lopputuloksen silmämääräistä vertailua suunnitelmiin, pitää olla hyvin kriittinen. Liian helposti läpipäästetty oma työ kostaustuu myöhemmin.

Viimeisenä on vastaanottokatselmus. Urakoitsija luovuttaa tilaajalle valmiin tuotteen niillä laatukriteereillä valmistettuna, jotka aluksi yhdessä sovittiin. (Kuva 7)





Kuva 7: Laatukriteerit täyttävää nurmialuetta

- työtapatarkkailu (Sulin 2017)
  - työntekijän vastuuttaminen työ- ja laatusuunnitelmaan, jotta ymmärretään mitä tehdään ja miksi. (Kuva 8)
  - tarkemittaukset
  - tiiveyskokeet
  - viemärikuvaukset
- itselleluovutus-matriisi (Kovasiipi 2017)
  - itselleluovutuksilla minimoidaan luovutettavan kohteen korjaustarpeet.



Kuva 8: Maantiivistäjä

Talorakennustyömailla laaduntarkkailuun käytetään huomattavasti enemmän resursseja ja menetelmiä.

Seuraavassa Tuomas Eerolan hyviksi havaitsemia työn aikaisia laadunhallinta ja -dokumentointi järjestelmiä.:

### 1. Congrid

- Mobiili dokumentointijärjestelmä joka antaa työnjohtajille mahdollisuuden pysyä työmaalla ja silti dokumentoida rakentamisen edistymistä kattavasti.

### 2. TR-mittaus

- Jo kauan käytössä ollut menetelmä työturvallisuuden mittaamiseen, ja puutteisiin puuttumiseen työmaalla.
- Maarakennus puolella vastaava MVR-mittaus, jota käytetään, jos työmaa on kokonaan infra kohde, tai jollei kohteessa ole vielä muita kuin maarakentajia töissä.

### 3. Kotopro

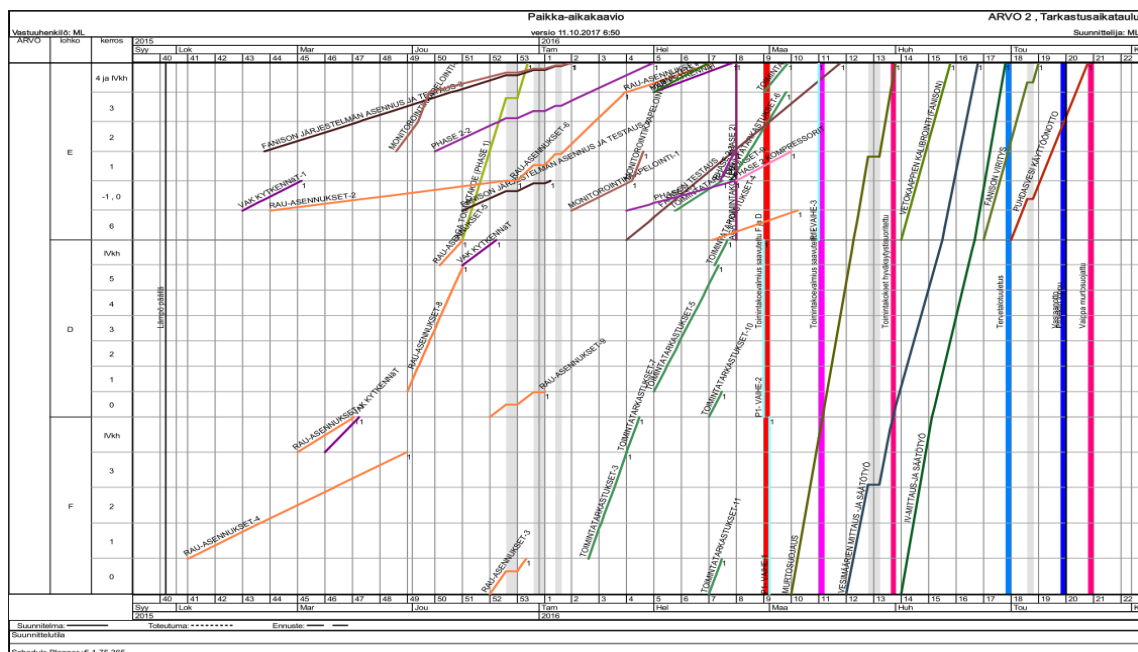
- Mobiili järjestelmä jossa kaikista peittyvistä työvaiheista otetaan valokuvia työmaapäiväkirjaa varten.
- Järjestelmällä on oma työmaapäiväkirja sovelluksensa jonne kuvat suoraan tallentuvat oikeiden otsakkeiden kohdille.

#### 4. Betonin kosteuden mittaus

- Suoritetaan perinteisillä porareikämittareilla.
- Rinnalla kokeilussa rakenteisiin jääviä kosteusantureita.
  - rakenteisiin jäävät anturit luetaan anturivalmistajan lukulaitteella.
  - tarjoavat dataa vielä pitkään kohteen valmistumisen jälkeen.
  - toimii hyvänä lisäinformaationa vuosi- ja takuutarkastusten aikana.
  - antureiden tuloksista saadaan suoraan tietokoneohjelmalla kuivumiskäyrä betonin lujuuden arvioimiseksi.

Pääasiallisena työkaluna Hämäläinen (2017) on käyttänyt laadunvarmistus - matriisia, jossa tietyn osa-alueen työmaamestari vastuutetaan laadunvarmistukseen. Matriisissa kaikki laadunvarmistustoimenpiteet luetteloidaan ja avataan kirjallisesti. Tämän, välillä hyvinkin pitkän, listan kanssa työmaamestarit jalkautetaan työmaalle. Matriisin pohjalta mestareiden on helpompi muistaa verrata kaikkia oman alueensa työsuoritteita viimeisiin suunnitelmiin. Kaikki tarkastukset kommentteineen viedään myöhemmin sähköiseen järjestelmään, josta niitä pystytään tarkastelemaan työmaan ulkopuoleltakin.

Uutena järjestelmänä Hämäläinen on kehittämässä työnantajansa kanssa viimeistelyohjelmaa, jolla pystytään seuraamaan työvaiheiden valmistumista niin laadullisesti kuin aikataulullisestikin. Viimeistelyohjelmassa kaikki sisärakennusvaiheen työvaiheet sidotaan paikka-aika – kaavioon. (Kuva 9)



Kuva 9: Paikka-aika – kaavio (Veijo Hämäläinen 2017)

Kaaviossa työmaa on jaettu lohkoittain tai mahdollisesti kerroksittain omiin sarakkeisiinsa. Kaikille sisävalmistusvaiheille on määritelty rakennusaika, mutta myös tarkastusaika. Näin pystytään seuraamaan eri työvaiheiden etenemistä ja urakoitsijoillakin on selkeä kuva oman työn odotetusta valmistumisesta ja tarkastamisesta.

Viimeistelyohjelman on oltava valmiina, kun sisävalmistusvaihe alkaa, jotta siitä saadaan täysi hyöty irti. Kaikissa tarkastuksissa talotekniikka on erittäin hallitsevassa osassa. Siksi kaavioon merkataan myös toimintakokeille omat aikansa.

### 3.2.4 Laaduntarkkailun tulevaisuuden näkymät.

Laaduntarkkailun tulevaisuuden, kuten yleensä tulevaisuuden, ennustaminen on vaikeaa. Yksi idea löytyi lähes kaikilta; elinkaariajattelu.

*Suomessa onkin hyödynnetty elinkaarimallia 2010-luvulta alkaen jo useissa kymmenissä koulurakennushankkeissa.*

*Elinkaarimallissa urakoitsija hoitaa suunnittelun ja rakentamisen sekä ottaa vastuun rakennuksen hyvästä kunnosta – kaikista käytettävyyden ja hyvän laadun kannalta tärkeitä huolloista ja korjaamisista – ennalta sovitun elinkaaren ajaksi. Rakennuksissa elinkaarisopimuksen kesto on usein 20–25 vuotta. Tilaaja maksaa sopimuskauden aikana urakoitsijalle palvelumaksua vastineeksi terveellisistä ja toimivista oppimisympäristöistä.*



*Elinkaarimallissa tilaaja ulkoistaa riskin kustannustehokkaasti. Tilaajalle elinkaarimalli lupaa kustannusten ennustettavuutta mutta myös parempaa laatua.*

*(Helsingin Sanomat 2017)*

Edeltävä Helsingin Sanomien (2017) pääkirjoituksesta otettu lainaus kiteyttää elinkaari ajattelun erinomaisesti. Suuntaus on muuallakin kuin vain koulurakentamisessa siirtymässä samaan suuntaan.

Elinkaari – rakentamisessa rakennuksen koko rakentamisaika ja kaikki takuu- ja huolto-toimenpiteet dokumentoidaan. Dokumentointi hoidettaisiin rakenteisiin jätettävillä antureilla, jotka mittaavat kosteutta ja lämpötiloja. (Kuva 10) Ilmanlaatua kontrolloitaisiin pöly- ja allergeeni mittareilla. Myös ympäristön melua ja värinöitä seurattaisiin.



Kuva 10: SolidRH SH4 etäluettava kosteus- ja lämpömittari (Wiiste Oy)

Elinkaari – ajattelusta johdettuna tuli myös idea, että rakentamista voitaisiin tulevaisuudessa entistä enemmän viedä paikallarakentamisesta tehtaisiin. Tehtaissa pystyttäisiin rakentamaan valvotuissa kosteusoloissa esim. valmiita sosiaalityöelementtejä, jotka työmaalla vain liitettäisiin sähkö- ja viemäriverkostoihin. Ja miksei kokonaisia kerrostalon huoneita voitaisi valmistaa tehtaissa; työmailla kasailtaisiin taloja kuin Lego-palikoista? Kuljettaminen ja nostaminen työmailla ovat tässä ajatuksessa haasteita ainakin, jos betonista rakennetaan. Puurunkoisia omakotitalojahan jo saakin kotiin kuljetettuna. (Eerola 2017)

#### 4 POHDINTA 1

Oli mielenkiintoista päästä keskustelemaan laadusta vanhojen ystävien kanssa, joiden kanssa on rakentanut useita kohteita aikojen saatossa. Heillä kaikilla oli omat, joskin hyvin yhtenevät, käsityksensä laadusta ja sen tekemisestä.

Maarakennus puolella toimiessani laadun varmistukseen on käytetty tosiaankin vanhoja hyväksi havaittuja keinoja.

Olen omassa toiminnassani pyrkinyt tuomaan mukaan uudempia laadunvarmistusmenetelmiä, mutta ne ovat lähinnä jääneet omaan käyttööni. Tällä hetkellä käytössäni on Kotopro:ta vastaava järjestelmä, jossa työmaalla otetut kuvat linkittyvät suoraan työmaapäiväkirjaan. Tilaajat kuitenkin hyvin harvoin vaativat maarakentajilta edes paperisen työmaapäiväkirjan pitämistä. Tämäkin päiväkirja on lähinnä oman selustan turvaamiseksi. Tulevaisuuden näen hyvinkin samanlaisena kuin haastateltavani.

Ympäristöajattelu tulee viemään maarakentamista hiilijalanjäljettömämpään suuntaan. (Kuva 11) Moottoreiden päästöt pienenevät tai poistuvat sähkömoottoreiden mukana kokonaan. Materiaalien kierrätys työkohteessa tulee lisääntymään. Purkubetonin hyödyntäminen tulee lisääntymään. Kierrätysmateriaalit, kuten lasi, tullaan ottamaan enemmän käyttöön. Pakko on alan muuttua ajan mukana!



Kuva 11: Materiaalikierrätystä työmaalla

## **5 TYÖ- JA LAATUSUUNNITELMAT TAMPEREEN MAANRAKENNUS TAMARA OY:LLE**

### **5.1 Tarpeiden kohtaaminen**

Tämän ajan työmaavaatimukset ovat tiukentuneet muutaman vuodenkin takaisista huomattavasti. Nykyisin vaaditaan jo ennen työvaiheen aloittamista monia erilaisia laadunvarmistusdokumentteja, kuinka työ aiotaan tulla suorittamaan. Näillä toimenpiteillä varmistetaan tilaajan haluaman tuotteen valmistuminen aiotussa aikataulussa.

Olemme tilaajien kanssa päätyneet yleensä viiteen päätyövaiheeseen. Ne ovat: mittaus, maaleikkaus, anturapohjat salaojineen, liikennealueiden rakennekerrokset ja ulkopuoliset viemärit. Näillä saadaan kattavasti katettua maarakennustyömaalla lähes kaikki laatuun vaikuttavat työvaiheet.

Pintatöistä ei yleensä tehdä työ- ja laatusuunnitelmia erikseen, vaan niissä laatua seurataan työn edetessä ja toimitetaan kaikista käytetyistä materiaaleista tavarantoimittajalta saatavat laatudokumentit. Samoin, myöskään paalutuksesta eikä louhinnasta toimitetaan suunnitelmia meidän toimestamme, vaan kyseisten erityisalojen urakoitsijat toimittavat ne itse. Louhintatöistä tietysti toimitetaan vielä erikseen turvallisuussuunnitelma.

#### **5.1.1 Mittaustyöt (liite 1)**

Työmaa alkaa aina mittaustyöllä.

Suunnitelman ylälaidassa pitää näkyä projektin nimi, tilaaja, kuka suunnitelman on laatinut ja mitä työvaihetta suunnitelma koskee. Mahdollisesti kannattaa myös merkata milloin suunnitelma on tehty ja onko kyseessä alkuperäinen kappale vai tilaajan kommenttien jälkeen korjattu versio. Jotkut urakoitsijat käyttävät myös työvaihenumerointia.

Työvaiheen resursseissa mainitaan työryhmän koko ja heidän käyttämänsä työvälineet.

Valmistavassa vaiheessa käydään läpi aiemmin pidetyt aloituskokoukset ja perehdytykset. Myös lähtötietojen olemassaolo varmistetaan, ja tarkistetaan mittalaitteistojen tarkastukset. Maarakentajan mittamies on yleensä aina ensimmäinen mittaaja työmaalla. Tällöin pitää myös keskustella mahdollinen yhteistyö tilaajan mittamiehen kanssa mittatietojen vaihdosta.

Työturvallisuus ja ympäristö osassa kerrotaan ensiapu pisteestä tai tarvittaessa käytettävä yleinen hätänumero. Myös työmaakohtaiset turvallisuusmääräykset avataan.

Tarkemittausten tulokset tallennetaan sähköisessä muodossa niin tilaajan kuin urakoitsijan järjestelmiin. Tarkemittauksista toimitetaan tulokset kyseisen suunnittelualan suunnittelijalle, joka piirtää niistä tarkekuvan. Tallennusmuotoina ovat DWG- ja PDF-tiedostot. DWG siksi, että jälkeempään mahdollisesti joku muu mittaaja pystyy saamaan mittatiedot käytettävässä muodossa. PDF on helpompi käsitellä tilaajan tarkastaessa työn tulosta. Tarkekuvat liitetään luovutusaineistoon joka luovutetaan tilaajalle työmaan valmistuttua, luovutuksen yhteydessä

Työn suorituksessa käydään läpi kyseisellä työmaalla suoritettavien mittausten päälinjat. Tarkemmat tiedot mitattavista kohteista annetaan työn edetessä mittaajana käytettävälle konsultille.

### **5.1.2 Maaleikkaus (liite 2)**

Maaleikkauksen työ- ja laatusuunnitelma on alkuosaltaan mittauksen suunnitelman kaltainen.

Työvaiheen resursseissa suunnitellaan massamäärien ja työmaalla olevan tilan mukaan käytettävien koneiden ja kuljetuskaluston määrä. Mittaustarve lisätään myös resursseihin.

Valmistavassa vaiheessa käydään läpi edeltävä työvaihe, joka on yleensä pintamaiden poisto. Joissain tapauksissa pintamaat poistetaan samassa työvaiheessa maaleikkauksen kanssa. Pintamaiden poistosta ei tehdä omaa suunnitelmaa.

Myös tarvittavien mittausten tekeminen ja katselmusten pitäminen varmistetaan. Ja jos

työmaa-alueella on tai oletetaan olevan maanalaisia tai ilmassa meneviä kaapeleita, näiden reitit käydään paikan päällä tarkasti läpi. Jos on kyseessä terveydelle vaarallisia kaapeleita, ne pitää mahdollisesti olla jo esiin kaivettuina, mutta vähintäänkin maastoon merkattuina.

Työturvallisuus ja -ympäristö osassa varmistetaan, että kaikki tietävät vaadittavan suojavaatetuksen tason, joka yleensä rakennustyömailla on II – luokan heijastava vaatetus. Myös koneiden käyttöturvallisuus ja havainnoitavuus tarkistetaan. Jos havaitaan puutteita koneiden suojavarusteissa, ne korjataan välittömästi. Öljyä vuotavat koneet korjataan tai vaihdetaan, ja äkillisten öljyvuotojen varalta paikalla pitää aina olla öljynimeytysainetta. Öljynimeytysaineen työmaalle hankkii maanrakentaja. Kaivantojen luiskakaltevuudet määritellään ja mahdollisten aggressiivisten vesien poisto suunnitellaan. Pumppausvesien saostustarve määritellään ja tilataan tarvittavat saostuskontit, jos niin katsotaan. Yleiset hätänumerot kerrataan ja ensiapupisteen sijainti kerrotaan.

Työn suorituksessa kerrotaan mitä työn aikana seurataan ja miten. Seuranta on pitkälti aistinvaraista tai nykyisin yhä enenevässä määrin 3D-ohjattua. Kun leikattavasta kohteesta on teetetty 3D-malli, päästään kaivutarkkuuksissa paljon parempiin tuloksiin kuin sihtilapuilla ja ajokepeillä, tai edes tasolaserilla. Pilaantuneiden maiden esiintymisen tarkkailua tehdään koko työn ajan. Jos pilaantuneiden maiden esiintymistä epäillään, pitää työ keskeyttää ja pyytää paikalle tilaajan edustaja. Myös työtavat ja leikkausmassojen sijoituspaikat määritellään.

Työvaiheen laadunvarmistuksessa käydään läpi pohjarakennussuunnitelmasta saadut toleranssit eri suunnissa ja varmistusmenetelmät ja mittausstiheydet halutun lopputuloksen saavuttamiseksi. Työvaiheen työntekijöillä luetutetaan työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma ja otetaan heiltä allekirjoitukset. Näin varmistetaan, että kaikki ovat saaneet tarvittavat tiedot ja toivottavasti ymmärtäneet ne. Samalla on mahdollisuus kysyä epäselväksi jääneistä kohdista.

### **5.1.3 Rakennuksen anturapohjien ja salaojien teko (liite 3)**

Alussa kirjataan samat tiedot kuin edellisiinkin suunnitelmiin

Resursseissa käydään läpi työvaiheessa käytettävä kalusto ja miehitys. Myös käytettävä tiivistyskalusto määritellään. Jos kyseessä on normaali kovalle pohjalle tehtävä rakennus, pienempikin tiivistyskalusto, kuten 400 kg maantiivistin, riittää. Jos kuitenkin ollaan esim. massanvaihtokohteessa, voi isomman, noin 5 t valssipainolla, varustetun valssijyränkin käyttö olla perusteltua. Tässä yhteydessä kirjataan myös anturoiden alustäyttömateriaali, ja salaojien arinassa ja ympärystäytössä käytettävä materiaali.

Valmistavassa vaiheessa varmistetaan, että edeltävä maaleikkaus on suoritettu hyväksytysti. Pohjakatselmus on pidetty ja pilaantuneita maita ei ole esiintynyt. Myös mahdolliset louhinnat ja paalutukset on tehty niiltä osin, että työ voidaan turvallisesti suorittaa.

Koska tämä työvaihe suoritetaan pääosin samoilla laitteilla kuin maaleikkaus on työturvallisuus ja ympäristö osiossa lähes samat kohdat. Yleinen hätänumero ja ensiapupisteen sijainti pitää muistaa mainita.

Työn suorittamisessa suuri rooli on mittamiehellä. Hän merkitsee maastoon anturalinjojen paikat, ja mahdolliset kohdat joissa pohjien korkeusasema muuttuu. Myös salaojakaivojen sijainnit merkitään. Nämä työvaiheet jäävät pois, jos koneohjausjärjestelmällä varustettu kaivinkone kuljettajineen pystyy merkkamaan paikat itse.

Mahdolliset maa-ainesten sekoittumisen estotoimenpiteet käydään läpi.

Työvaiheen suoritusvaatimukset käydään yhdessä läpi, ja määritellään kerralla tehtävien täyttökerrosten paksuus tiivistyskaluston mukaan.

Salaojan rakentamisesta tarkennetaan arinavahvuus ja putken asennus ja sen alkutäytön teko. Salaojista otetaan sijainti- ja korkeustarkkeet ja ne video-kuvataan sisäpuolelta. Jos salaojien asennuksessa tulee sijainti tai korkeusasema poikkeamia, tehdään poikkeamaraportti ja toimitetaan tarkemittausten tulokset suunnittelijalle loppukuvien piirtämistä varten.

Käytettävistä kiviaineksista toimitetaan tilaajalle rakeisuuskäyrät ja CE-merkinnät. Laatutodistukset toimitetaan sähköisessä muodossa ja tallennetaan tilaajan ja urakoitsijan järjestelmiin. Laatutodistukset toimitetaan myös loppuaineiston mukana työmaan luovutuksen yhteydessä.

Laadunvarmistuksessa annetaan maksimitoleranssit minkä verran saa suunnitelmista poiketa ilman poikkeamaraporttia.

Jos anturapohjille on pohjarakennesuunnitelmassa määritelty jokin tiiveystaso, se ilmoitetaan tässä. Tiiveyskokeiden tulokset toimitetaan tilaajalle heti niiden valmistuttua, jotta rakentamista voidaan jatkaa. Tulokset liitetään myös luovutuskansioon, joka annetaan tilaajalle työmaan luovutuksen yhteydessä. Aina tiiveyskokeita ei vaadita, vaan pohjarakennesuunnitelmassa saatetaan antaa vaadittu yliajokertojen määrä tietyn kokoisella tiivistyskalustolla

Myös tässä työvaiheessa suunnitelma luetutetaan työryhmällä, ja otetaan heiltä allekirjoitukset.

#### **5.1.4 Liikennealueiden rakennekerrokset (liite 4)**

Suunnitelman alku on edellisten kaltainen

Resursseissa määritellään käytettävä kalusto, myös tiivistyskalusto. Liikennealueiden rakennekerroksissa yleisesti käytetään isompaa tiivistyskalustoa kuin rakennuspohjilla. Tiivistyskalustona on usein kokonaispainoltaan 13 tn yksivalssijyrä tai vastaava. Tähän kirjataan myös rakennekerroksissa käytettävät materiaalit.

Valmistavassa vaiheessa varmistetaan, että maaleikkauksen jälkeiset katselmukset on pidetty. Myös maaleikkauksen pinnan alapuoliset rakenteet pitää olla tehtyinä ennen rakennekerrosten rakentamista. Sadevesilinjat, vesijohdot ja jätevesilinjat pääsääntöisesti sijoittuvat leikkauspinnan alapuolelle. Joskus myös kaapeliputkitukset sijoitetaan leikkauspinnalle, mutta kerrospaksuuksista riippuen, ne voivat olla myös tierakenteessa.

Konekaluston säilyessä samankaltaisena työturvallisuus ja ympäristö kohdassa pysytään samoilla linjoilla.

Työn suorittaminen alkaa sijainnin ja korkeusasemien merkitsemisellä. koneohjausjärjestelmällä varustetun koneen ollessa työmaalla ulkopuolista mittaajaa ei tarvita. Työ rakennetaan ja tiivistetään rakennekerroksittain. Rakennekerrosten rajapinnoista on hyvä ottaa korkeusasematarkkeita myöhempää dokumentointia varten. Tarketiedot toimitetaan tilaajalle luovutuskansiossa, luovutuksen yhteydessä. Tiiveyskokeita otetaan erillisen suunnitelman mukaisesti, tai jos tilaaja, tai hänen edustajansa, niin vaatii. Tiiveyskokeiden tuloksista toimitetaan koonti tilaajalle luovutuskansiossa, Tiiveyksille pitää olla pohjarakennesuunnittelijan määrittelemät raja-arvot.

Laadunvarmistuksessa määritellään pohjarakennesuunnitelmassa annetut toleranssit valmiille kerroksille. Myös työtapatarkkailun vaatimat tiivistyksen yliajokerrat kerrotaan. Työn suorittajilta otetaan allekirjoitukset, jotta voidaan varmistua suunnitelmien ymmärtämisestä.

#### **5.1.5 Ulkopuoliset viemärit (liite 5)**

Suunnitelman aluksi kirjataan samat asiat kuin aiemmissakin suunnitelmissa.

Työn resursseissa lasketaan, minkälaisella miehityksellä päästään haluttuun työtulokseen määrällisesti ja laadullisesti. Käytettävien putkien ja kaivojen materiaalit kerrotaan, ja liitetään tuotteiden laadunvarmistus asiakirjat samaan yhteyteen. Käytettävät kiviainekset listataan, ja niistä toimitetaan CE-todistukset tilaajalle.

Valmistavassa vaiheessa maaleikkaus pitää olla hyväksytysti tehty. Myös kaapelireittien kertaus tässä vaiheessa on hyvä pitää. Ne ovat jo saattaneet unohtua.

Työturvallisuus ja ympäristö osiossa on normaalien koneiden turvallisuus tarkastusten lisäksi muutama muu kohta. Luiskakaltevuudet kaivantojen syvyyden, ja kaivumaan ominaisuuksien mukaan määritellään. Viemärikaivannon pohjan minimileveys kerrataan. Mahdollisten tuentasuunnitelmien ja -tarpeiden läpikäynti. Tuentoihin voidaan joutua palaamaan vielä työn edetessä, jos maa-aines muuttuu epävakaampaan suuntaan.



Työn suorituksessa itse suosin koneohjattuja kaivinkoneita. Jos mittamies käy merkkäämassa kaivojen paikkoja on merkkikepit aina nurin, ja taas saa tilata mittaajan uudelleen. Toki työn voi tehdä mittamiehenkin paikalleen mittaamalla, ja tasolaserilla korkeuksia tarkkailemalla.

Putkien ja kaivojen arinat tehdään suunnitelmien mukaan. Jos putkikanaalia joudutaan louhimaan, pitää louhintaa ulottaa niin syväälle, että arinarakenne saadaan rakennettua.

Jos pohjamaassa tapahtuu suuria muutoksia, on otettava yhteyttä tilaajaan mahdollisten lisä tuentojen ja pohjanvahvistusten takia.

Kaikki putket, jotka painonsa puolesta on mahdollista, asennetaan käsin. Alkutäyttö suljetaan putken ympärille tiiviiksi muodonmuutosten välttämiseksi. Alkutäytön pitää olla riittävän paksu ja tiivis estääkseen lopputäytössä mahdollisesti olevien kivien painuminen putkea vasten. Näin vältetään asennetun putken rikkoutuminen. Putkilinjat tarkemmitataan sijainnin ja korkeusaseman osalta. Putkilinjat ja kaivot myös video-kuvataan sisäpuolelta.

Laadunvarmistuksessa määritellään pohjarakennesuunnitelmassa ja LVI-työsuunnitelmassa annetut toleranssit ja mittaustiheydet. Myös kuvaukset ja muut dokumentoinnit jotka on urakkasopimuksessa määritelty, kerrotaan. Työryhmältä otetaan allekirjoitukset, jotta voidaan varmistaa suunnitelmien ymmärtäminen työkohteessa.

## 6 POHDINTA 2

Tavoitteena tässä opinnäytetyössä oli tehdä toimivat työ- ja laatusuunnitelmat työnantajani käyttöön. Kaikki suunnitelmat käytiin läpi, ja muokattiin yrityksen tarpeisiin sopiviksi, työnantajan edustajan kanssa. Suunnitelmat tullaan ottamaan käyttöön välittömästi kaikilla työ- ja laatusuunnitelmia vaativilla työmailla, jotka alkavat opinnäytetyön valmistumisen jälkeen.

Tässä opinnäytetyössä esille tuodut asiat ovat hyvin rajatun piirin mielipiteiden pohjalta kirjoitettuja, eikä niitä sen vuoksi voi missään tapauksessa käyttää yleismaailmallisina totuuksina. On kuitenkin hyvä tietää, ettei rakennustyömailla olla vielä kaikkialla saavutettu laatua ja laadunvarmistusta, jota yleisesti tavoitellaan.

Työ- ja laatusuunnitelmien päivittäminen pitää tehdä aina uudelle työmaalle suunnitelmia laadittaessa. Työmaiden ympäristö ja työmaan sisäiset olosuhteet vaihtelevat joka kerta. Kahta samanlaista kohdetta ei koskaan tule. Vaikka rakennettaisiin vierekkäisille tonteille, on joka kerta olosuhteet mietittävä uudelleen. Näillä tässä opinnäytetyössä esiteltävillä suunnitelmissa selviää suurimmasta osasta työmaita, mutta joskus ympäristön erityispiirteet vaativat ulkopuolisen konsultin käyttämistä. Näin on jos esimerkiksi työskennellään tiheästi asutulla alueella tai lähellä on rakennuksia joissa on erityisen herkkiä instrumentteja, ja työ työmaalla vaatii esim. louhintaa.

Erilaisia työ- ja laatusuunnitelmia on tullut tehtyä uran aikana moninaisia. Vihdoinkin niistä saadaan yhtenäinen ja helposti hallittava kokonaisuus. Nyt kun tilaaja kertoo haluavansa jostain työvaiheesta suunnitelman, on perus pohja jo valmiina. Pitää vain käydä kyseisen työmaan erityispiirteet läpi ja kirjata ne suunnitelmaan. Säästää paljon aikaa ja tilaaja saa helposti ymmärrettävän, omaa työmaataan koskevan suunnitelman.

Olisipa tällaiset olleet 10 vuotta sitten käytössä!

## **LÄHTEET**

Hämäläinen V. 2017.

Eerola T. 2017.

Kovasiipi M. 2017.

Sulin T. 2017.

Niemi K. 2017. Elinkaarimalli. Helsingin Sanomat. Pääkirjoitus. 18.8.2017.

Seppälä P. 2015. Kuivaketju10. Oulun rakennusvalvonta. Luettu 6.9.2017

Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS sr. 2017. Rakennustöiden laatu 2017.

**LIIITEET**

## Liite 1. Työ- ja laatusuunnitelma: Mittaus



TYÖVAIHEEN TYÖ- JA  
LAATUSUUNNITELMA

1 (2)

Projekti, urakkaosa	Laatija
Tilaaaja	Pvm. ja versio
Työvaihe Mittaustyöt	Työvaihenumero

TYÖVAIHEEN TYÖSUUNNITELMA	
<b>Resurssit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- käytettävä kalusto</li> <li>- työryhmä</li> <li>- käytettävät materiaalit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-2 Mittamies</li> <li>- Takymetri</li> <li>- GPS-maastokartoitin</li> </ul>
<b>Valmistava vaihe</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- edelliset työvaiheet</li> <li>- ilmoitukset ja informointi</li> <li>- muut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perehdyttäminen ja aloituspalaveri on tehty dokumentoidusti</li> <li>- Kunnan tuomat sijainti- ja korkeusmerkinnät on mitattu ja dokumentoitu</li> <li>- Mittalaitteet on kalibroitu ja tarkistettu</li> <li>- Lähtötietojen vertaaminen -----:n mittamiehen kanssa</li> </ul>
<b>Työturvallisuus ja ympäristö</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- suojavälineet</li> <li>- nostolaitteet</li> <li>- käyttöönottotarkastukset</li> <li>- turvallisuussuunnitelmat</li> <li>- varottavat laitteet</li> <li>- haitalliset aineet</li> <li>- liikenteen ohjaus</li> <li>- pohjavesialueet</li> <li>- materiaalien käsittely</li> <li>- melun torjunta</li> <li>- pölynsidonta</li> <li>- liukkauden torjunta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Työnaikaiset liikenteenjärjestelyt on suunniteltu</li> <li>- Liikennejärjestelyt tarkastetaan päivittäin ja havaitut puutteet korjataan välittömästi</li> <li>- Työmaa-alueella käytetään 2-lk:n varoitusvaatetusta, kypäriä, suojalaseja ja tarvittaessa kuulosuojaimia</li> </ul> <p>Ympäristö:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- HÄLYTYSNUMEROT</li> <li>- YLEINEN HÄTÄNUMERO 112</li> </ul>
<b>Työn suoritus</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- menetelmät</li> <li>- aikataulu</li> <li>- vastuut</li> <li>- informointi</li> <li>- muut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Noudatetaan työvaihekohtaisia työ- ja laatusuunnitelmia</li> <li>- Ennen kunkin työvaiheen aloitusta on tarkistettava edellinen työvaihe, sekä liittyvät rakenteet/liitoskohdat (esim. viemäreiden liitoskohdat)</li> <li>- Merkittävät poikkeamat suunnitelluista rakenteista mitataan ja dokumentoidaan</li> <li>- Paalujen sijaintimittaus on tehtävä heti paalujen katkaisun jälkeen. Dokumentti paalujen sijainneista on toimitettava välittömästi suunnittelijoille ja pääurakoitsijalle.</li> </ul>

2 (2)

TYÖVAIHEEN LAADUNVARMISTUS				
Mittalaitteet tarkistetaan päivittäin. Sijainti ja korkeustietoja verrataan säännöllisesti tiedettyihin kiintopisteisiin.				

TYÖVAIHEEN YHTEYSTIEDOT	Asema/yritys	Nimi	Puhelin	Sijainen
Urakoitsija				
Urakoitsija				
Rakennuttaja/tilaaja				
Valvoja				

ALLEKIRJOITUKSET	Päivämäärä	Työkone/tehtävä	Työryhmä/aliurakoitsija	Nimi
Työvaiheesta vastaava		Työnjohtaja		
Olen perehtynyt ja sitoudun		Mittamies		
Olen perehtynyt ja sitoudun		Mittamies		

Pvm.	Korvaa version:	Laatinut	Ohje nro

## Liite 2. Työ- ja laatusuunnitelma: Maaleikkaus



TYÖVAIHEEN TYÖ- JA  
LAATUSUUNNITELMA

1 (2)

Projekti, urakkaosa	Laatija Asko Niemi
Tilaaja	Pvm.
Työvaihe Maaleikkaus	Työvaihenumero 1

TYÖVAIHEEN TYÖSUUNNITELMA	
<b>Resurssit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- käytettävä kalusto</li> <li>- työryhmä</li> <li>- käytettävät materiaalit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-2 x KKht</li> <li>- 1-5 KA</li> <li>- Mittamies</li> </ul>
<b>Valmistava vaihe</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- edelliset työvaiheet</li> <li>- ilmoitukset ja informointi</li> <li>- muut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Työmaa on aidattu</li> <li>- Pintamaat poistettu</li> <li>- Alusrakenteiden mitat on merkitty</li> <li>- Pehdyttämisen ja aloituspalaveri tehty</li> <li>- Tarvittavat katselmukset pidetty</li> <li>- Nykyiset kaapelit on merkitty ja tarvittaessa esiin kaivettu ja suojattu</li> </ul>
<b>Työturvallisuus ja ympäristö</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- suojavälineet</li> <li>- nostolaitteet</li> <li>- käyttöönottotarkastukset</li> <li>- turvallisuussuunnitelmat</li> <li>- varottavat laitteet</li> <li>- haitalliset aineet</li> <li>- liikenteen ohjaus</li> <li>- pohjavesialueet</li> <li>- materiaalien käsittely</li> <li>- melun torjunta</li> <li>- pölynsidonta</li> <li>- liikkakauden torjunta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Työnaikaiset liikenteenjärjestelyt on suunniteltu</li> <li>- Liikennejärjestelyt tarkastetaan päivittäin ja havaitut puutteet korjataan välittömästi</li> <li>- Työkoneille on tehty käyttöönottotarkastukset</li> <li>- Työmaa-alueella käytetään 2-lk:n varoitusvaatetusta, kypärää, turvakengkiä sekä suojalaseja, tarvittaessa myös kuulosuojaimia</li> <li>- Koneissa on varoitusvilkut, peruutushälyttimet, sammuttimet ja ensiapulaukut</li> <li>- työmaalla tehdään viikkotarkastukset</li> <li>- Huolehditaan yleisten teiden puhtaanapidosta ja pölynsidonnasta</li> <li><b>YMPÄRISTÖ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Öljyä vuotavat koneet korjataan tai vaihdetaan</li> <li>- Öljyvahinkojen varalta on imeytysainetta työmaalla</li> <li>- Työmaan jätehuolto on järjestetty</li> <li>- Tarvittaessa työmaateitä sorastetaan liikkakauden estämiseksi</li> <li>- Kaivanto pidetään kuivana pumppaamalla, vedet johdetaan vanhaan hulevesilinjaan</li> <li>- HÄLYTYSNUMEROT</li> <li>- YLEINEN HÄTÄNUMERO 112</li> </ul> </li> </ul>
<b>Työn suoritus</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- menetelmät</li> <li>- aikataulu</li> <li>- vastuut</li> <li>- informointi</li> <li>- muut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leikkaukset tehdään kaivinkoneella</li> <li>- Leikkauksen aikana tehdään silmämääräistä materiaalin tarkkailua</li> <li>- Leikkauspohjan leveyttä ja korkeutta seurataan tähtäysmerkeistä ja tasolaserin avulla</li> <li>- Liittymäkohdat ennalleen jääviin rakenteisiin tehdään suunnitelmien mukaisesti</li> <li>- Seurataan pohjamaan ominaisuuksia, mikäli poikkeaa suunnitelmista vähäisessä määrin, kirjataan työmaapäiväkirjaan. Mikäli</li> </ul>

Teollisuustie 1, YLÖJÄRVI

	<p>poikkeaa suunnitelmista huomattavasti, otetaan yhteyttä rakennustyönvalvojaan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tarvittaessa tehdään koekuoppia ja mitataan maan pilaantuneisuutta</li> <li>- Pilaantuneiden maiden johdosta tehdyt suunnitelmista poikkeavat ylisyvät/ylilevät kaivut mitataan ja dokumentoidaan</li> <li>- Rakennetaan siirtymäkiilat InfraRyl06 mukaisesti</li> <li>- Poistetaan leikkauspohjassa ja luiskissa olevat kivet ja lohkareet</li> <li>- Työmaalla hyödynnettävät kaivumaat kuljetetaan työmaa-alueella sijaitsevalle välivarastoalueelle</li> <li>- Ylimääräiset kaivumaat kuljetetaan pois työmaalta</li> </ul>
--	---

TYÖVAIHEEN LAADUNVARMISTUS					
Laatutekijä	Vaatus/ toleranssi	Mittaus-menetelmä	Mittaustiheys	Dokumentti	Mittauksen suorittaja
Leikkauspohjan taso	antura-arina min. 300mm, lattian alla -300 mm alle eristeen alapinnan, lisäksi paalutusalusta tarvittaessa	Tasolaserin avulla	Jatkuva	Pohjakatselmuks	Koneen kuljettaja/TJ/ mittamies
Leikkauspohjan leveys	-50mm	Silmämääräinen	Jatkuva	Pohjakatselmuks	Koneen kuljettaja/TJ/ mittamies
Lammikoituminen	Leikkauspohjalle ei saa jäädä vettä kerääviä monttuja	Silmämääräinen	Jatkuva	Pohjakatselmuks	

TYÖVAIHEEN YHTEYSTIEDOT	Asema/yritys	Nimi	Puhelin	Sijainen
Urakoitsija				
Tilaaaja/rakennuttaja				

ALLEKIRJOITUKSET	Päivämäärä	Työkone/tehtävä	Työryhmä/aliurakoitsija	Nimi
Työvaiheesta vastaava		Työnjohtaja		
Olen perehtynyt ja sitoudun		Kaivinkone		
Olen perehtynyt ja sitoudun		Rakennusmies		

Pvm.	Korvaa version:	Laatinut	Ohje nro



## Liite 3. Työ- ja laatusuunnitelma: Rakennuksen anturapohjat ja salaojat

TYÖVAIHEEN TYÖ- JA  
LAATUSUUNNITELMA

1 (3)

Projekti, urakkaosa	Laatija
Tilaaaja	Pvm. ja versio
Työvaihe Rakennuksen anturapohjien teko ja sala- ojitus	Työvaihenumero 2

TYÖVAIHEEN TYÖSUUNNITELMA	
<b>Resurssit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- käytettävä kalusto</li> <li>- työryhmä</li> <li>- käytettävät materiaalit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-2 KKh</li> <li>- 1-2 KKA</li> <li>- Tärylätkä 400 kg</li> <li>- Tasolaser</li> <li>- Mittamies</li> <li>- 1-2 Rakennusmies</li> <li>- Alustäytön Materiaali KaS _____</li> <li>- Salaojan alus- ja alustäytön materiaali KaS _____</li> </ul>
<b>Valmistava vaihe</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- edelliset työvaiheet</li> <li>- ilmoitukset ja informointi</li> <li>- muut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pintamaat on poistettu</li> <li>- Maanleikkaus on suoritettu</li> <li>- Paalutus on tehty</li> <li>- Paalunpätkät on poistettu ja toimitettu asianmukaiseen vastaanottoipaikkaan</li> <li>- Perehdyttäminen ja aloituspalaveri on tehty dokumentoidusti</li> <li>- Tarvittavat katselmukset on pidetty</li> </ul>
<b>Työturvallisuus ja ympäristö</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- suojavälineet</li> <li>- nostolaitteet</li> <li>- käyttöönottotarkastukset</li> <li>- turvallisuussuunnitelmat</li> <li>- varottavat laitteet</li> <li>- haitalliset aineet</li> <li>- liikenteen ohjaus</li> <li>- pohjavesialueet</li> <li>- materiaalien käsittely</li> <li>- melun torjunta</li> <li>- pölynsidonta</li> <li>- liukkauden torjunta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Työnaikaiset liikenteenjärjestelyt on suunniteltu</li> <li>- Liikennejärjestelyt tarkastetaan päivittäin ja havaitut puutteet korjataan välittömästi</li> <li>- Työkoneille on tehty käyttöönottotarkastukset</li> <li>- Työmaa-alueella käytetään 2-lk:n varoitusvaatetusta, kypäriä, turvakengkiä, suojalaseja ja tarvittaessa kuulosuojaimia</li> <li>- Koneissa on turvallisuussuunnitelman mukaiset varoituslaitteet</li> <li>- Työmaalla tehdään viikkotarkastukset</li> <li>- Huolehditaan yleisten teiden puhtaanapidosta ja pölynsidonnasta</li> <li><b>Ympäristö</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Öljyä vuotavat koneet korjataan tai vaihdetaan</li> <li>- Öljyvahinkojen varalta on imeytysainetta työmaalla</li> <li>- Työmaan jätehuolto on järjestetty</li> <li>- HÄLYTYSNUMEROT</li> <li>- YLEINEN HÄTÄNUMERO 112</li> </ul> </li> </ul>

2 (3)

<b>Työn suoritus</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- menetelmät</li> <li>- aikataulu</li> <li>- vastuut</li> <li>- informointi</li> <li>- muut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anturapohjat mitataan ja merkitään maastoon</li> <li>- Hienorakeiset maa-ainekset on erotettava kapillaarikatko-kerroksesta suodatinkankaalla (N )</li> <li>- Täyttö ulotetaan anturan alapinnan tasossa vähintään 0,5 m anturan reunan yli</li> <li>- Välittömästi anturan alle rakennetaan suunnitelmien mukaisesti noin ____ mm paksu täyttökerros</li> <li>- Täytöt rakennetaan 200...300 mm paksuina kerroksina ja tiivistetään 400 kg tärylätkällä</li> <li>- Pinnan tasoa seurataan korkomerkeistä tasolaserin avulla tai automaattisella koneenohjausjärjestelmällä</li> <li>- Kerrosten tiiveyttä valvotaan pääosin työtapatarkkailulla.</li> <li>- Putken alle tehdään 0,20 m alustäyttö sepelistä koneellisesti tiivistäen</li> <li>- Putki asennetaan käsin sekä tuetaan ja suojataan sepelillä sullomalla</li> <li>- Putkikaivannon alkutäyttö tehdään sepelillä 6-32 mm siten, että se ulottuu 0,20 m putken laen yläpuolelle</li> <li>- Valmiit salaojalinjat puhdistetaan ja kuvataan ja kuvaus raportoidaan muistitikulle</li> <li>- Työssä noudatetaan pääurakoitsijan laatimaa yleisaikataulua sekä työvaiheelle tehtyä työvaiheen aikataulua</li> <li>- Työssä käytetyistä kiviaineksista toimitetaan rakeisuus-käyrät ja CE-merkinnät</li> <li>- Jos työvaihetta ei voitu suorittaa suunnitelmien mukaisesti, laaditaan työvaiheesta poikkeamaraportti</li> </ul>

#### TYÖVAIHEEN LAADUNVARMISTUS

Laatutekijä	Vaatus-/toleranssi	Mittaus-menetelmä	Mittaustiheys	Dokumentti	Mittauksen suorittaja
Leikkauspohjan taso	Suunnitelman mukainen / $\pm 20$ mm	Silmämääräisesti ajokopeista ja tasolaserin avulla	5 m	Ei	Koneen kuljettaja/TJ/ mittamies
Täyttökerroksen pinnan taso	Suunnitelman mukainen / $\pm 20$ mm	Rakentaminen tasolaserin sekä koneenohjauksen avulla	5 m	Ei	Koneen kuljettaja/TJ/ mittamies
Täyttökerroksen tiiveys	E1 > 50 MPa	Pääsääntöisesti jyräyskerrosten lukumäärän seuranta.	Jatkuva /	ei	Koneen kuljettaja/TJ/Konsultti
Salaojan sijainti	suunnitelman mukainen	Rakennusmittaus	kaivot tarkennetaan	Kyllä	Mittamies/TJ
Käytetyt kiviainekset	suunnitelmien mukaisesti	Rakeisuusmääritys	Alkava 1000 m3	Kyllä	Konsultti

3 (3)

TYÖVAIHEEN YHTEYSTIEDOT	Asema/yritys	Nimi	Puhelin	Sijainen
Urakoitsija				
Urakoitsija				
Rakennuttaja/tilaaja				
Valvoja				

ALLEKIRJOITUKSET	Päivämäärä	Työkone/tehtävä	Työryhmä/aliura- koitsija	Nimi
Työvaiheesta vastaava		Työnjohtaja		
Olen perehtynyt ja sitoudun		Kaivinkone		
Olen perehtynyt ja sitoudun		Rakennusmies		

Pvm.	Korvaa version:	Laatinut	Ohje nro

## Liite 4. Työ- ja laatusuunnitelma: Liikennealueiden rakennekerrokset



TYÖVAIHEEN TYÖ- JA  
LAATUSUUNNITELMA

1 (3)

Projekti, urakkaosa	Laatija
Tilaaaja	Pvm. ja versio
Työvaihe Liikennealueiden rakennekerrokset	Työvaihenumero 4

TYÖVAIHEEN TYÖSUUNNITELMA	
<b>Resurssit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- käytettävä kalusto</li> <li>- työryhmä</li> <li>- käytettävät materiaalit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 KKHt</li> <li>- 1-2 KA</li> <li>- Värähtelevä valssiyrä, 13 t</li> <li>- Tasolaser</li> <li>- Mittamies</li> <li>- 1 Rakennusmies</li> <li>- Rakennekerrokset: hiekka, kalliomurske, asfaltti/laatoitus</li> </ul>
<b>Valmistava vaihe</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- edelliset työvaiheet</li> <li>- ilmoitukset ja informointi</li> <li>- muut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pintamaat on poistettu</li> <li>- Maanleikkaus on suoritettu</li> <li>- Perehdyttäminen ja aloituspalaveri on tehty dokumentoidusti</li> <li>- Tarvittavat katselmukset on pidetty</li> <li>- Sadevesiputket on asennettu</li> <li>- Aluelämpöputket on asennettu</li> <li>- Tarvittavat sähköputket on asennettu</li> </ul>
<b>Työturvallisuus ja ympäristö</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- suojavälineet</li> <li>- nostolaitteet</li> <li>- käyttöönottotarkastukset</li> <li>- turvallisuussuunnitelmat</li> <li>- varottavat laitteet</li> <li>- haitalliset aineet</li> <li>- liikenteen ohjaus</li> <li>- pohjavesialueet</li> <li>- materiaalien käsittely</li> <li>- melun torjunta</li> <li>- pölynsidonta</li> <li>- liikkakauden torjunta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Työnaikaiset liikenteenjärjestelyt on suunniteltu</li> <li>- Liikennejärjestelyt tarkastetaan päivittäin ja havaitut puutteet korjataan välittömästi</li> <li>- Työkoneille on tehty käyttöönottotarkastukset</li> <li>- Työmaa-alueella käytetään 2-lk:n varoitusvaatetusta</li> <li>- Koneissa on varoitusvilkut, peruutushälyttimet, sammuttimet ja ensiapulaukut</li> <li>- Työmaalla tehdään viikkotarkastukset</li> <li>- Huolehditaan yleisten teiden puhtaanapidosta ja pölynsidonnasta</li> <li><b>Ympäristö</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Öljyä vuotavat koneet korjataan tai vaihdetaan</li> <li>- Öljyvahinkojen varalta on imeytysainetta työmaalla</li> <li>- Työmaan jätehuolto on järjestetty</li> <li>- HÄLYTYSNUMEROT</li> <li>- YLEINEN HÄTÄNUMERO 112</li> </ul> </li> </ul>
<b>Työn suoritus</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- menetelmät</li> <li>- aikataulu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Piha-alueen korot mitataan ja merkitään maastoon</li> <li>- Liikennealueiden rakennekerrokset tehdään suunnitelmien mukaan</li> </ul>

2 (3)

<ul style="list-style-type: none"> <li>- vastuut</li> <li>- informointi</li> <li>- muut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kerrosten pinnan tasoa seurataan korkomerkeistä laserin avulla tai automaattisella koneenohjausjärjestelmällä</li> <li>- Kerrokset rakennetaan kerroksittain</li> <li>- Kerrokset jyrätään värähtelevällä valssijyrällä</li> <li>- Kerroksen tiiveyttä valvotaan pääsääntöisesti jyräyskertojen lukumäärää seuraamalla</li> <li>- Työssä noudatetaan pääurakoitsijan laatimaa yleisaikataulua sekä työvaiheelle tehtyä työvaiheen aikataulua</li> <li>- Työn valvonnasta ja tiiveyskokeiden suorittamisesta sovietaan valvojan kanssa</li> <li>- Jos työvaihetta ei voitu suorittaa suunnitelmien mukaisesti, laaditaan työvaiheesta poikkeamaraportti</li> </ul>

TYÖVAIHEEN LAADUNVARMISTUS					
Laatutekijä	Vaatus/toleranssi	Mittaus-menetelmä	Mittaustiheys	Dokumentti	Mittauksen suorittaja
Leikkauspohjan taso	Suunnitelman mukainen / $\pm 20$ mm	Silmämääräisesti ajokepeistä ja tasolaserin avulla	20 m	Ei	Koneen kuljetaja/TJ/ mittamies
Rakennekerrosten pinnan taso	Suunnitelman mukainen / $\pm 20$ mm	Silmämääräinen tarkistus ajokepeistä, rakentaminen tasolaserin sekä koneenohjauksen avulla	20 m	Ei	Koneen kuljetaja/TJ/ mittamies
Jakavan tiiveys ja kantavuus	5-6 jyräyskertaa	Jyräyskertojen lukumäärän seuranta	Jatkuva	Ei	Koneen kuljetaja/TJ
Kantavan tiiveys ja kantavuus	5-6 jyräyskertaa	Jyräyskertojen lukumäärän seuranta/	Jatkuva	Ei	Koneen kuljetaja/TJ
Rakennekerrosten materiaali	Suunnitelmien mukainen	CE-merkintä	1 kpl / materiaali	Kyllä	Konsultti

TYÖVAIHEEN YHTEYSTIEDOT	Asema/yritys	Nimi	Puhelin	Sijainen
Urakoitsija				
Tilaaaja/rakennuttaja				
Valvoja				

3 (3)

--	--	--	--	--

ALLEKIRJOITUKSET	Päivämäärä	Työkone/tehtävä	Työryhmä/aliura-koitsija	Nimi
Työvaiheesta vastaava		Työnjohtaja		
Olen perehtynyt ja sitoudun		Kaivinkone		
Olen perehtynyt ja sitoudun		Rakennusmies		

Pvm.	Korvaa version:	Laatinut	Ohje nro

## Liite 5. Työ- ja laatusuunnitelma: Ulkopuoliset viemärit

TYÖVAIHEEN TYÖ- JA  
LAATUSUUNNITELMA

1 (3)

Projekti, urakkaosa	Laatija
Tilaaaja	Pvm.
Työvaihe Viemäri- ja vesijohtotyöt	Työvaihenumero 3

TYÖVAIHEEN TYÖSUUNNITELMA	
<b>Resurssit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- käytettävä kalusto</li> <li>- työryhmä</li> <li>- käytettävät materiaalit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-2 KKh</li> <li>- 1-3 Ka</li> <li>- Tärylätkä</li> <li>- Tasolaser</li> <li>- Mittamies</li> <li>- 1-2 Rakennusmiestä</li> <li>- Putki- ja kaivomateriaalit</li> <li>- Putken alus- ja tasauskerros KaM</li> <li>- Kanaalin alkutäyttö KaM</li> <li>- Kanaalin lopputäyttö kaivumateriaalit</li> </ul>
<b>Valmistava vaihe</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- edelliset työvaiheet</li> <li>- ilmoitukset ja informointi</li> <li>- muut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pintamaat on poistettu</li> <li>- Maanleikkaus on suoritettu</li> <li>- Pehdyttämisen ja aloituspalaveri on tehty dokumentoidusti</li> <li>- Tarvittavat katselmukset on pidetty</li> </ul>
<b>Työturvallisuus ja ympäristö</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- suojavälineet</li> <li>- nostolaitteet</li> <li>- käyttöönottotarkastukset</li> <li>- turvallisuussuunnitelmat</li> <li>- varottavat laitteet</li> <li>- haitalliset aineet</li> <li>- liikenteen ohjaus</li> <li>- pohjavesialueet</li> <li>- materiaalien käsittely</li> <li>- melun torjunta</li> <li>- pölynsidonta</li> <li>- liukkauden torjunta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Työnaikaiset liikenteenjärjestelyt on suunniteltu</li> <li>- Liikennejärjestelyt tarkastetaan päivittäin ja havaitut puutteet korjataan välittömästi</li> <li>- Työkoneille on tehty käyttöönottotarkastukset</li> <li>- Työmaa-alueella käytetään 2-lk:n varoitusvaatetusta, suoja-laseja sekä tarvittaessa kuulosuojaimia</li> <li>- Koneissa on varoitusvilkut, peruutushälyttimet, sammuttimet ja ensiapulaukut</li> <li>- Työmaalla tehdään viikkotarkastukset</li> <li>- Huolehditaan yleisten teiden puhtaanapidosta ja pölynsidonnasta</li> <li>- Alle 1.8 m syvyiset kaivannot luiskataan kaltevuuteen <math>\leq 2:1</math></li> <li>- Yli 1.8 m syvyiset kaivannot luiskataan kaltevuuteen <math>\leq 1:1</math></li> <li>- Varmistetaan kaivantojen riittävä vakavuus</li> <li>- Putkimateriaalien nostoissa käytetään ehjiä ja hyväksytyjä nostoliinoja</li> </ul>
<b>Ympäristö</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Öljyä vuotavat koneet korjataan tai vaihdetaan</li> <li>- Öljyvahinkojen varalta on imeytysainetta työmaalla</li> </ul>



2 (3)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Työmaan jätehuolto on järjestetty</li> <li>- HÄLYTYSNUMEROT</li> <li>- YLEINEN HÄTÄNUMERO 112</li> </ul>
<b>Työn suoritus</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- menetelmät</li> <li>- aikataulu</li> <li>- vastuut</li> <li>- informointi</li> <li>- muut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Putkilinjan paikalleen mittaus suoritetaan ja merkataan maastoon</li> <li>- Leikkaukset tehdään kaivinkoneella</li> <li>- Kanaalin pohjan vähimmäisleveys on 1.0 m</li> <li>- Kanaalit leikataan ja louhitaan siten että putket pystytään perustamaan <math>\geq 0,15</math> m tasauskerroksella</li> <li>- Leikkauksen aikana tehdään silmämääräistä materiaalin tarkkailua</li> <li>- Leikkauspohjan leveyttä seurataan silmämääräisesti ja korkeutta tasolaserin avulla</li> <li>- Seurataan pohjamaan ominaisuuksia, mikäli poikkeaa suunnitelmista vähäisissä määrin, kirjataan työmaapäiväkirjaan. Mikäli poikkeaa suunnitelmista huomattavasti, otetaan yhteyttä valvojaan</li> <li>- Rakennetaan siirtymäkiilat InfraRyl06 mukaisesti</li> <li>- Poistetaan leikkauspohjassa ja luiskissa olevat suuret kivet ja lohkareet</li> <li>- Putken alle tehdään 0,15 m alustäyttö kalliomurskeesta koneellisesti tiivistäen</li> <li>- Putki asennetaan käsin sekä tuetaan ja suojataan murskeella sullomalla</li> <li>- Putkikaivannon alkutäyttö tehdään murskeella siten, että se ulottuu 0,30 m putken laen yläpuolelle, ja tiivistetään koneellisesti</li> <li>- Lopputäyttö tehdään kaivumaista rakennekerrosten alapintaan. Lopputäyttö tiivistetään koneellisesti 0.5 m kerroksissa.</li> <li>- Linjat kuvataan ja tarvittaessa huuhdellaan ennen kuin päälle tulevia betonirakenteita on tehty</li> </ul>

#### TYÖVAIHEEN LAADUNVARMISTUS

Laatutekijä	Vaatus-/toleranssi	Mittausmenetelmä	Mittaustiheys	Dokumentti	Mittauksen suorittaja
Leikkauspohjan taso	Suunnitelman mukainen / $\pm 20$ mm	Tasolaserin avulla	20 m	Ei	Koneen kuljettaja/TJ/ mittamies
Leikkauspohjan leveys	1000 mm / $\pm 200$ mm	Silmämääräinen	20 m	Ei	Koneen kuljettaja/TJ/ mittamies
Putken alustäytön tiiveys		Jyräyskertojen seuranta	20 m	Ei	Koneen kuljettaja/TJ/ mittamies
Kanaalin täytön tiiveys		Jyräyskertojen seuranta	20 m	Ei	Koneen kuljettaja/TJ/ mittamies
Viemärien sijainti	Viemäriin tulee olla suunnitelman mukainen ja toimiva	Rakennusmittaus +TV - kuvaus	Kaivot tarkemmitataan	Kyllä	Mittamies / TJ
Viemärien toimivuus	Viemäriin tulee olla toimiva	Viemärikuvaus	Jatkuva, valmiista	Kyllä	Konsultti



3 (3)

			linjasta		
--	--	--	----------	--	--

TYÖVAIHEEN YHTEYSTIEDOT	Asema/yritys	Nimi	Puhelin	Sijainen
Urakoitsija				
Tilaaaja/rakennuttaja				

ALLEKIRJOITUKSET	Päivämäärä	Työkone/tehtävä	Työryh- mä/aliurakoitsija	Nimi
Työvaiheesta vastaava		Työnjohtaja		
Olen perehtynyt ja sitoudun		Kaivinkone		
Olen perehtynyt ja sitoudun		Rakennusmies		
Olen perehtynyt ja sitoudun				
Olen perehtynyt ja sitoudun				
Olen perehtynyt ja sitoudun				

Pvm.	Korvaa version:	Laatinut	Ohje nro